

**A Moore-törvény és a jövő gazdasága**  
Bartha Zoltán, PhD, egyetemi docens, Miskolci Egyetem

## **Összefoglaló**

A számítástechnika fejlődését jellemző Moore-törvény egy olyan általános célú technológiát hozott létre, aminek az exponenciális, a digitális és a kombinációs jelleg a fő sajátossága. E jellemzők egy sokkal kényelmesebb, magasabb jóllétet biztosító gazdasági-társadalmi környezet lehetőségét teremtik meg. Digitális jellege miatt ugyanakkor a gyors innováció nulla közelébe viheti le a határköltséget, ami a gazdasági rendszerünk megrendülésével fenyeget.

**Kulcsszavak:** együttműködő közjavak; digitális jelleg; Moore-törvény; nulla határköltség; skálafüggelenség

## **Bevezetés**

1971 novemberében jelent meg a világ legelső kereskedelmi forgalomba kerülő mikrocsipje, amit az Intel adott ki 4004 kódjel alatt. A 4004 összesen 2.300 egészen kisméretű tranzisztort tartalmazott (The Economist 2016, 11). Ugyanebben az évben 2015-ös áron számolva 118.416 forint volt Magyarországon a havi bruttó átlagkereset (KSH STADAT adatai alapján saját számítás). 2016-ban az Intel egyik legkorszerűbb mikrocsipje a Xeon E5 Broadwell márkajelzet viseli; a Xeon E5-ön hozzávetőleg 7,2 milliárd tranzisztort zsúfoltak össze (Alcorn 2016). Ha a magyar havi bruttó átlagkereset ugyanebben a tempóban emelkedett volna, 2016-ban 370 milliárd forint körül tartana, vagyis a jelenlegi éves nemzeti jövedelemből még 100 havi bruttó átlagkeresetet sem lehetne kifizetni.

A számítástechnika szédületes tempójú fejlődését közismert módon a Moore-törvénnyel szokás jellemezni. 2015-re, amikor a Xeon E5-öt piacra dobta az Intel, a mikrocsipen található tranzisztorok száma több mint hárommilliószorosára emelkedett, vagyis az eredeti 2.300-as érték kb. 21,5 alkalommal duplázódott meg. Ha figyelembe vesszük, hogy 2015 és 1971 között 44 év telt el, és a 21,5-et felfelé kerekítve 22-nek vesszük, máris eljutottunk a Moore-törvényhez: a mikrocsipeken található alkotóelemek száma minden második évben megduplázódik. Gordon Moore jóslata 1965-ben jelent meg először, amikor még a Fairchildnál dolgozott, és a fejlesztések akkori fázisában mindössze 50 tranzisztort sikerült egy mikrocsipre helyezniük. Egész pontosan az eredeti előrejelzés szerint a mikrocsipen található alkotóelemek optimális (minimális költségekkel járó) száma évente megduplázódik (Moore 1965, 115). Pár év múlva Moore otthagya a Fairchildot és 1968-ban megalapította az Intelt. Az Intelnél szerzett tapasztalat alapján Moore felülvizsgálta az eredeti elképzelését, és a hetvenes években már a kétéves duplázódási ciklust tartotta reálisnak, ami egyfajta önbeteljesítő jóslatként egészen a legutóbbi időig meghatározta és jellemezte az iparág fejlődését.

A Moore-törvény kezdetben csak egy izgalmas műszaki kihívást jelentett, bár Moore már ekkor érezte, hogy egy teljesen új iparág születéséhez járulhat hozzá. Azóta tudjuk, hogy ennél is többről van szó: a számítástechnika a gőzgéphez hasonlóan ún. általános célú technológiává vált, ami a gazdaság egészében átalakítja a termelés és szolgáltatás megszervezésének körülményeit. Minél tovább tartja magát Moore törvénye, annál sokoldalúbbá válnak a számítógépek, és annál több iparágban használhatók fel a hatékonyság fokozására. 1996-ban, amikor az IBM által fejlesztett Deep Blue először nyert sakkjátszmát Kaszparov ellen, még aligha gondolhattuk volna, hogy a számítógépek rövidesen értelmes és hasznos szövegeket lesznek képesek alkotni. Napjainkban viszont Quill, a 2010-ben alapított Narrative Science nevű cég által fejlesztett szoftver sportstatisztikák alapján tartalmas meccsszösszefoglalókat ír, tőzsdei adatok segítségével sajtóbeszámolókat készít az egyes társaságok pénzügyi teljesítményéről és kilátásairól, a termékek alapadatainak betáplálása után pedig szöveges termékismertetőket ír webáruházak számára.

Számítógépeink szédületes fejlődése egyszerre lenyűgöző és félelmetes. Egyre többen féltik az állásukat, nem teljesen ok nélkül. 2006-ban hozzávetőleg 73.000 ember foglalkozott hagyományos fényképek előhívásával és feldolgozásával az Egyesült Államokban. 2014-re a számuk 30.000 alá csökkent és az előrejelzések szerint 2024-re már 20.000-nél is kevesebben lesznek (US Bureau of Labor Statistics 2015). Moore törvénye felforgathatja a munkaerőpiacot, de ezen keresztül, és ezen túlmutatóan az egész gazdaság és társadalom szerkezetére is jelentős hatással lehet. Ezeket a potenciális hatásokat tekintve röviden át az írás.

### **A Moore-törvény által érintett világ hármas természete**

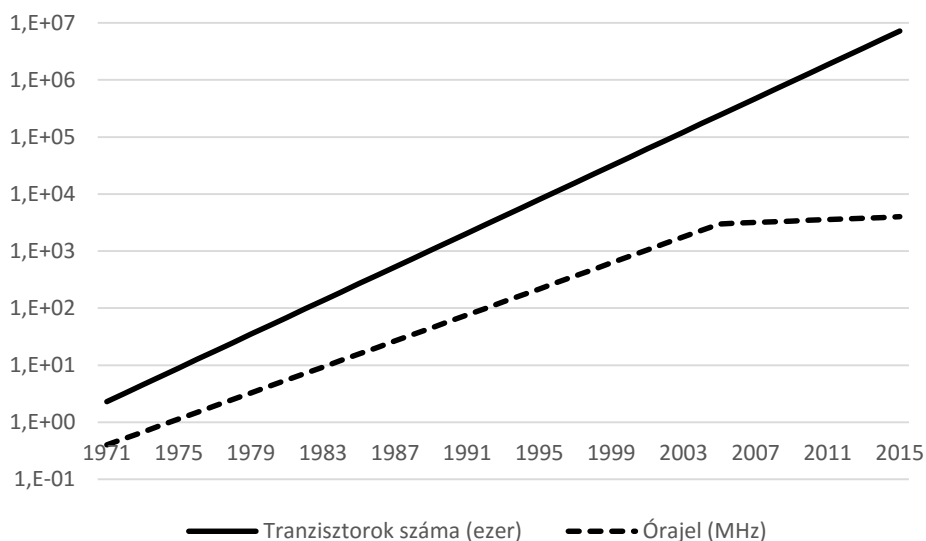
A Moore-törvény legszembevetőbb jellegzetessége az exponenciális jelleg, amit a bevezetőben is érzékelhettünk. Amint a tranzistorok száma megduplázódik minden két évben, a számítógépek egyre több számítási műveletet tudnak adott idő alatt elvégezni, így egyre bonyolultabb problémák megoldására, programok és algoritmusok futtatására alkalmasak. Ehhez ugyanakkor egy további nagyon szerencsés tulajdonság párosul: ahogy a mikrocsipen található transzformátorok egyre kisebbre zsugorodnak, egyre kevesebb energiára van szükség a ki-bekapcsolásukhoz. Vagyis minél több tranzisztort tartalmaz egy mikrocsip, annál több számolás elvégzésére képes, és közben annál kevesebbe kerül a működtetése. Ez utóbbi tulajdonság kiemelkedően fontos, hiszen e nélkül soha nem valósult volna meg a számítógépek forradalma: egy-egy nagyobb teljesítményű számítógép működtetéséhez több hatalmas erőmű teljes energiatermelését kellene felhasználni.

A teljesítmény gyors fokozódása és a működtetés költségeinek ezzel párhuzamos csökkenése együttesen tette azt lehetővé, hogy a számítógépek egy új általános célú technológia alapját képezhetik. Ennek az új technológiának a fő sajátosságai, a természete Brynjolfsson és McAfee (2014) alapján az alábbi három pontban foglalható össze: 1) exponenciális jelleg; 2) digitális jelleg; 3) kombinációs jelleg.

### ***Exponenciális jelleg***

Az állandó időközönként megduplázódó mérőszám értékkel leírható jelenségek fejlődését az exponenciális trend jellemzi. A duplázódás miatt a mérőszám gyorsan nagyságrendet vált, ezért csak logaritmikus skálán lehet igazán szemléletesen ábrázolni (ld. 1. ábra). Az értékek logaritmikusának használata viszont elfedi a változás drasztikusságát. Ennek érzékeltetésére Brynjolfsson és McAfee (2014) két, a bevezetés évét tekintve egymástól mindössze tíz év távolságra lévő számítógép tulajdonságait hasonlítja össze. Az első gépet az Egyesült Államok kormányának megbízásából építették meg 1996-ban. Az ASCI Red fantázianevet kapta, és atomrobbantások szimulálására használták. Majdnem egy tenispályányi területet foglalt el, 55 millió dollárba került, óránként 800 kilowatt áramot fogyasztott, és a világ első számítógépe volt, amelyik 1 teraflopot meghaladó számítási kapacitással rendelkezett. Tíz évvel később jelent meg a Sony Playstation 3 konzolja. A konzol könnyedén elfért egy egyszerű polcon, 500 dollárba került, 200 wattot fogyasztott, tehát az ASCI Rednél négyezerszer kevesebbet, viszont ugyanolyan számítási kapacitással rendelkezett (Brynjolfsson – McAfee 2014, 49-50).

E jellemző miatt fordulhat elő, hogy a számítástechnika olyan megoldásokkal áll elő, amiket a többség a megjelenés előtt pár évvel is elképzelhetetlennek tartott. Bár a Moore-törvény szigorúan véve csak a mikrocsipekre vonatkozik, az exponenciális jelleget más, a számítástechnikához szorosan kapcsolódó területre is ki szokták terjeszteni (pl. adattárolási kapacitások, digitális tartalmak, internetelés sebessége). Többen figyelmeztetnek ugyanakkor arra, hogy az exponenciális trend megtörni látszik (pl. Fuller – Millett 2011, vagy ld. a mikrocsipek órajelének alakulását az 1. ábrán). Abban ugyanakkor egyelőre nincs egyetértés, hogy a megfigyelt trendtörések miként érintik az egész technológia exponenciális jellegét.



1. ábra: Az Intel mikrocsipeken elhelyezett tranzisztorok számának, valamint az órajel változásának trendje tízes alapú logaritmikus skálán

Forrás: saját szerkesztés a <http://www.intel.com/pressroom/kits/quickrefyr.htm> és a <http://ark.intel.com/> adatai alapján

### ***Digitális jelleg***

A számítógépek által kezelt információk bitek hosszú láncai formájában kódoltak. A digitális információk állományának gyarapodását ugyancsak az exponenciális trend jellemzi. 2005-ben összesen 130 exabájt (az exa a tíz 18. hatványának felel meg, vagyis egy exabájt egymilliárdszor több, mint egy gigabájt) tartalom volt elérhető digitálisan, ami az előrejelzések szerint 40.000 exabájt-ra növekszik 2020-ra, vagyis a Föld minden lakosára 5.200 gigabájtnyi tartalom jut majd (Ganz – Reinsel 2012, 1). 2012-ben az adatmennyiség 68%-át a felhasználók maguk állították elő (digitális képek, közösségi média megosztások stb. formájában). Ganz és Reinsel (2012) várakozásai szerint 2020-ra a digitális tartalom legalább 40%-a a felhőben lesz elérhető, és legalább egyharmadából értékes információkat lehet kinyerni adatelemzési technikák használatával (jelenleg ez az arány elenyészően alacsony).

A digitális tartalmak gazdasági jellemzői bizonyos tekintetben gyökeresen eltérnek a hagyományos javakétól. Ezekre a speciális jellemzőkre Carl Shapiro és Hal Varian hívta fel először a figyelmet (1999). Először is, valamennyi digitális tartalom nem versengő természetű, vagyis a fogyasztása által nyújtott élvezeti értéket nem befolyásolja az, hogy egyszerre hányan fogyasztják. Másrészt a költségstruktúra sajátossága, hogy míg az első példány létrehozásának költsége kiemelkedően magas lehet, minden további példány létrehozásának, szolgáltatásának költsége közel nulla, vagyis sok esetben nulla határköltséggel találkozhatunk. Mivel versengő piacokon az ár a határköltséghez közelít, nulla határköltség esetén az ár is nulla kell legyen, ami komoly dilemmákat vet fel. Shapiro és Varian az Encyclopedia Britannica példáján keresztül világítja meg a problémát (Shapiro – Varian 1999, 19-22). de erre a kérdésre rövidesen visszatérünk, ugyanis alapvető jelentősége van a jövő gazdasága szempontjából.

Harmadrészt a digitális javak piacán rendkívül gyakran megfigyelhető a hálózati hatás, amit nevezhetünk egyfajta pozitív externáliának, de szokták keresleti oldali méretgazdaságosságnak is nevezni. A hálózati hatás lényege, hogy egy újabb felhasználó csatlakozása esetén nem csak az

újonnan csatlakozó hasznossága növekszik, hanem minden korábbi felhasználóé is. A hálózati hatás erős koncentrációhoz, és természetes monopóliumok vagy oligopóliumok kialakulásához vezet.

### ***Kombinációs jelleg***

Általános célú technológiává azért válhatott a számítástechnika, mert különböző elemeinek újrakombinálásával újabb és újabb termékek, szolgáltatások hozhatók létre. A Google fordítószolgáltatása azért működhet, mert immár hatalmasra duzzadt a több nyelven is elérhető digitális tartalom (részben a Google könyvdigitalizációs programjának eredményeként), a hardverfejlesztőknek köszönhetően ez a tartalom olcsón tárolható, és a Moore-törvénynek hála rendkívül gyorsan kereshető, a különböző nyelvű változatok villámgyorsan összehasonlíthatók, és a hasonló szövegtartalmakra így könnyű fordítást találni. Ugyancsak meglévő elemek újrakombinálása révén jött létre a Google saját magát vezető autója. Kellettek hozzá szenzorok, amiknek a fejlődését a Moore-törvény irányítja, digitális térkép, GPS információk, amiket a digitális műholdtechnika biztosít, és olyan számítógépek, amelyek ezt a rengeteg információt képesek kellő gyorsasággal összekombinálni.

Egyes közgazdászok (ld. pl. Gordon 2012) attól tartanak, hogy a számítástechnikának köszönhető innovációk nagy része már megvalósult, a számítástechnika hatékonyságot növelő hatása már megjelent a gazdaságban, ezért a gazdasági növekedés mérséklődését várják. Brynjolfsson és McAfee meggyőzően érvel a mellett (2014), hogy a technológia kombinációs jellege miatt az innováció üteme nem hogy lassulna, de éppen ellenkezőleg, egyre csak gyorsulni fog a jövőben.

### **A Moore-törvény makrogazdasági következményei**

Brynjolfsson és McAfee könyvében (2014) azt hangsúlyozza, hogy az információs technológia az ipari forradalomhoz hasonló hatásokat gyakorol a gazdaságra, az ő szavaikkal élve eltéríti a fejlődés görbáját. Az ipari forradalom a szinte állandó stagnálás helyett stabil növekedést hozott; az információs technológia viszont a Moore-törvénnyel jellemzett exponenciális bővüléshez vezet, ezáltal ugyancsak mélyreható változásokat generál. Ezek közül jelen írásban négyet emelek ki: az új típusú bőség megjelenését; valamint annak mérhetőségének kérdését; a skálafüggetlen jövedelem eloszlást; és a nulla határköltség hosszú távú következményeit.

### ***A digitális javak bősége***

A Youtube videómegosztónak több mint 1,3 milliárd felhasználója van, akik percenként 300 órányi tartalmat osztanak meg. Naponta közel ötmilliárd videót tekintenek meg az oldalra látogatók, és minden hónapban több mint 3 milliárd órát fordítanak Youtube tartalmak megtekintésére (<http://www.statisticbrain.com/youtube-statistics/>). Míg 10-20 évvel ezelőtt sok ezer forintot kellett volna fizetni a kedvenc zeneszámainkért, jelenleg mindent elérhetünk ingyen a Youtube oldalán. 2014-ben naponta közel 6 milliárd keresést futtattak a Google segítségével (<http://www.statisticbrain.com/google-searches/>). Chen és társainak vizsgálata szerint (2010) egy átlagos problémára 22 perc alatt találjuk meg a választ, ha hagyományos megoldásokkal (pl. könyvtári kutakodás) próbálkozunk, és 7 perc alatt, ha a Google-t használjuk. Tehát keresésenként 15 percet spórolhatunk a Google-nak köszönhetően, ami napi hatmilliárd keresés esetén 170.000 évnek felel meg. Még néhány éve is sok tízezer forintot kellett kifizetnünk egy GPS készülékért; az okostelefonokra teljesen ingyen letölthető Waze alkalmazás nemcsak GPS-ként használható, de ráadásul még arról is valós idejű információkat ad nekünk, hogy melyik útvonalon mekkora a forgalom, így könnyedén elkerülhetjük a dugókat, amivel szintén rengeteg időt spórolhatunk meg.

A sort még hosszan lehetne folytatni: az áresszehasonlító oldalak segítségével pillanatok alatt

felderíthetjük a piaci árakat; az online értékelőrendszerek használatával könnyedén megbizonyosodhatunk a potenciális vevők vagy eladók megbízhatóságáról, reputációjáról; elektronikus berendezéseink egyre olcsóbban egyre több funkciót kínálnak; az autónk magától leparkol; a telefonunk megméri a pulzusunkat és figyeli az alvásunkat; Watson, az IBM szuperszámítógépe orvosi diagnózisokat képes felállítani; a 3D nyomtatásnak köszönhetően egyre olcsóbban érhetők el bonyolult szerkezetek a világ bármely részén; a MOOC (Massive Online Open Course) rendszerek révén a világ legjobb egyetemeinek oktatói által tartott kurzusokhoz férhetünk hozzá ingyen a világ bármelyik tájáról. Ha megpróbáljuk végiggondolni a jövőbeli lehetőségeket, nem nehéz belátni, hogy soha nem látott bőséget kínálhat számunkra az információs technológia.

### *A bőség mérése*

A gazdaság teljesítményét a nemzeti számlák rendszerével számolt GDP mutatóval mérjük. A nemzeti számlák elvileg nyilvántartanak minden olyan értéket, ami hivatalos piaci tranzakció eredményeként jött létre. Bár a GDP nem rossz mérőszám, egyre többen hívják fel arra a figyelmet, hogy a kizárólagos használata félrevezető lehet. A kritikák hangok közül a 2009-ben közzreadott Stiglitz-Sen-Fitoussi-jelentés váltotta ki talán a legnagyobb visszhangot közgazdász körökben. Ebben a jelentésben sok olyan elvet fogalmaznak meg a szerzők, amelyeknek a digitális forradalom szempontjából is kiemelt jelentőségük van. Stiglitzék azt javasolják, hogy a termelés minél pontosabb mérése helyett a jóllét mérése legyen a fő fókusz. Ennek érdekében nagyobb hangsúlyt kell fektetni a háztartások fogyasztására, a piacon kívüli tranzakciók és a szabadidő méréseire, a különböző szolgáltatások, és különösen a kormányzati szolgáltatások minőségének figyelembe vételére (Stiglitz és tsai 2009).

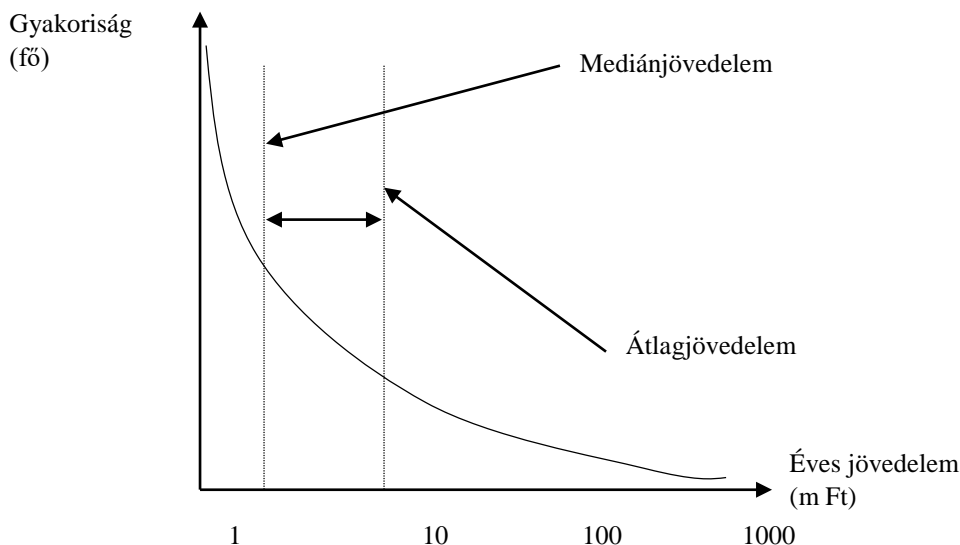
1995-ben az információs-kommunikációs szektor a magyar GDP 2,9%-át tette ki; ez az érték 2015-re 4,3%-ra emelkedett (KSH STADAT alapján saját számítás). Bár az elmúlt húsz évben emelkedett a szektor részesedése, a változás messze nem olyan mértékű, ami forradalmat sejtetne. A hivatalos statisztikák más országokban, így az Egyesült Államokban sem mutatnak eltérő mintázatot. A jelen írásban felvázolt nagy ívű fejlődés és a GDP statisztikák közötti látszólagos ellentmondásra a Stiglitz-jelentésben megfogalmazottak szolgálhatnak magyarázatul. A Moore-törvénynek köszönhetően jelentősen javul a jóllétünk, növekszik a szabadidőnk, de ezeket a GDP nem méri. Sok kényelemnövelő, fogyasztói értéket megtestesítő szolgáltatás ingyenes, ezért ezek a GDP szempontjából olyanok, mintha nem is léteznének. Amint a Moore-törvény tovább dolgozik, az ilyen típusú, GDP által nem mért javak száma csak növekedni fog, ezért a hagyományos mutató egyre kevésbé lesz képes a jólléti szint megmutatására.

Mit használjunk a GDP helyett? Brynjolfsson és McAfee (2014) a fogyasztói többletet javasolja, ami a jószág által nyújtott hasznosság és a piaci ár különbségéből számolható. Ezzel a megoldással az a fő gond, hogy az értéket hagyományos szubjektív kategóriaként kezeli a mikroökonomia, és pénzben nehezen kifejezhető az, hogy az egyes fogyasztók mekkora többletértékhez jutnak egy jószág elfogyasztása révén (ezért is sokkal egyszerűbb mindent a piaci áron összesíteni, amint azt a GDP teszi). Bizonyos esetekben a Chen és társai (2010) által korábban már bemutatott módszer alkalmazható, amivel az becsülhető, hogy mekkora időmegtakarítás érhető el az új digitális javaknak köszönhetően.

### *Skálafüggetlen társadalom*

A mérési nehézségek ellenére is egyértelmű, hogy sokan és sokat profitálnak az új technikai vívmányokból. Ugyanakkor a fejlődésnek árnyoldalai is vannak, amelyek közül Brynjolfsson és McAfee (2014) alapján az alábbiakat látom célszerűnek kiemelni: a győztes mindent visz piacok elszaporodása; kibillent gazdasági növekedés; és a mindezek miatt egyre jobban felerősödő társadalmi egyenlőtlenségek.

Természetesnek mondható, hogy a fogyasztók előnyben részesítik a magasabb minőséget. Ennek ellenére a hagyományos piacok zömében nem csak a legjobb minőséget kínáló rúghat labdába. A kapacitáskorlátok, a magas tranzakciós költségek (pl. szállítás vagy utazás költségei) miatt a legjobbat kínáló csak korlátozott számú fogyasztót tud ellátni – a többiek kénytelenek beérni az alacsonyabb minőséggel. A koppenhágai Noma már több éve az elsők között végez az ismert étteremrangsorokban, ezért az egyszerűség kedvéért mondhatjuk, hogy a Noma a világ legjobb étterme. Ennek ellenére sok százezer más étterem is vígan megél a piacon a fent említett korlátok miatt. Ezek a korlátok a digitális javaknál általában nem léteznek. Mivel sokak szerint a Google a világ legjobb keresője, ezért az internetezők döntő többsége ezt az oldalt használja a kereséseihez. A Google mellett nem terem babér sok százezer más keresőnek is. Igazából a tizedik legjobb kereső sem fog megélni, hiszen miért használna bárki is a tizedik legjobbat, ha hozzáférhet a legjobbhoz is? A digitális javak piaci általában ilyen, ún. győztes mindent visz piacok. Ráadásul könyörtelenek is abban az értelemben, hogy akkor is kirotálják a második, harmadik, negyedik stb. legjobbat, ha a legjobbtól való lemaradásuk csak egész csekély. A győztes mindent visz piacok elterjedésének két legfontosabb következménye: 1) a győztes előtt hihetetlen méretű piac nyílik meg, ezért elképesztően sokat kereshet; 2) míg a sok százezer étterem sok millió szakácsnak és pincérnek ad munkát, addig a győztes mindent visz piacok résztvevői csak minimális létszámot foglalkoztatnak.



2. ábra: A skálafüggetlen (hatványfüggvény szerinti) jövedelemeloszlás (Forrás: saját szerkesztés)

Kibillent gazdasági növekedésről akkor beszélünk, ha a növekedés nem egyformán érint minden piaci résztvevőt. A felosztható torta úgy növekszik, hogy egyes szeletei gyorsan bővülnek, míg más szeletek nem változnak, esetleg zsugorodnak is. Moore-törvényének eredményeként a gazdasági növekedés három irányba billenhet el: 1) a tőketulajdonosok irányába, mert a termelés és szolgáltatás munkaerő szükségletének egyre nagyobb részét váltják ki a számítógépek és a robotok, ezek megvásárlásához pedig tőkére van szükség; 2) a különleges készségek irányába, mert főleg olyan emberek munkájára lesz szükség, akik egyedi készségeit a gépek még nem képesek helyettesíteni; 3) és végül a nagyon tehetségesek irányába, mert ők azok, akik a győztes mindent visz piacok győztesei lehetnek. Mindenki más, tehát a társadalom többségének a tortaszelete nem bővül a teljes torta folyamatos felfúvódása ellenére sem.

A két felvillantott jelenség a társadalom szerkezetének átalakulásával fenyeget. A nyugati

társadalmak jövedelem szerint normál eloszlást követnek: egészen alacsony vagy egészen magas jövedelemmel csak kevesen rendelkeznek, a társadalom többsége középen, a közepes jövedelmeknél tömörül. Jelenleg viszont azt látjuk, hogy a győztes mindent visz piacoknak és a kiemelkedő tehetségnek köszönhetően a digitális korszakban egy szűk réteg elképesztően magas jövedelemhez juthat. A paletta másik végén viszont széles tömegek veszíthetik el állásukat, vagy kénytelenek a korábbinál alacsonyabb bért kínáló állást elfogadni az egyre ügyesebb gépek miatt. E kettős nyomás miatt a normál eloszlás haranggörbéje hatványfüggvény szerinti (skálafüggetlen) eloszlásra húzódhat szét (2. ábra).

A skálafüggetlen eloszlás két fontos sajátossága a 2. ábrán is megfigyelhető. Elválnak egyrészt egymástól az átlagjövedelem és a medián jövedelem (annak a személynek a jövedelme, akitől a társadalom fele többet, másik fele pedig kevesebbet keres). Az Egyesült Államokban 1989 és 2014-ben is 53.000 dollár körül volt a háztartások medián jövedelme (2014-es árakon), miközben az átlagjövedelem 12%-al emelkedett az időszakban (US Census Bureau). Minél erősebben érvényesül az alfejezetben bemutatott széthúzódnási folyamat, annál távolabb kerül az átlagjövedelem a mediántól, mert a növekedési többlet egy szűk csoportnál csapódik le, miközben a többség jövedelme stagnál vagy mérséklődik. Ha viszont a medián és az átlag elválnak egymástól, akkor ez a középosztály felszámolódásához vezethet, és helyette egy olyan társadalom alakulhat ki, ahol a háztartások többségének jövedelme messze átlag alatti. Ez a digitális forradalom legnagyobb veszélye.

### ***Nulla határköltésű társadalom***

Minél szélesebb körben terjed el a digitális jelleg a gazdaságban, annál több területen közelítik meg a nulla határköltésűt. Ennek hatalmas előnyei van: ingyen vagy szinte ingyen juthatunk hozzá javak széles kínálatához. Paradox is egyben, mert nulla határköltésű közelében két olyan problémával is találkozunk, amit a mai gazdasági rendszer keretei között nehéz értelmezni. Ha sikerül gépesíteni a munkafolyamatokat, a határköltésű az energiateljesítmény költségére csökkenhet, viszont ez tömeges munkanélküliséggel fenyeget. Ha pedig az árak a határköltésűre csökkennek, akkor nem térülhet meg az elsüllyedt költségek, tehát nem lesz egyáltalán értelme belevágni a vállalkozásba.

Egyrészt tehát a technológiai munkanélküliség réme, másrészt a profit, a kapitalista rendszer hajtóerejének eltűnése fenyeget. Több elképzelés is megfogalmazódott a lehetséges jövőbeli kimenetekről. Egyre gyakrabban merül fel az állampolgári alapjövedelem bevezetésének ötlete, ami rövid távon kezelni tudná a tömegessé váló munkanélküliség miatti jövedelem kiesést. Brynjolfsson és McAfee (2014) az élőmunka terheinek drasztikus mérséklését és a negatív jövedelemadó bevezetését javasolják. Ami a profit eltűnését illeti, érdemes megjegyezni, hogy a győztes mindent visz piacok természetes monopóliumokat szülhetnek. Kellően magas belépési korlátok esetén olyan nem versenyző piacok jöhetnek létre, ahol az árak elválnak a határköltésűtől, ezért továbbra is nyereségesen működhetnek a monopolhelyzetben lévő vállalatok.

Rifkin a monopolpiacokra és az állampolgári alapjövedelemre épülő társadalom helyett egy sokkal érdekesebb utópia lehetőségét vázolja fel a *The zero marginal cost society* című könyvében (2014). Először is azt feltételezi, hogy a közeljövőben nem csak a digitális javakra lesz igaz a nulla határköltésű közeli előállítás, hanem igaz lesz az energiateljesítményre is, és igaz lesz a hagyományos javak előállításának egy igen széles körére is. Előbbi a zöld technológiák elterjedésével magyarázza. Amint egyre többen telepítenek napelemeket, szélkerekeket a saját háztartásukba, és az így termelő energiát rácsatlakoztatják egy széles hálózatra, az energiateljesítményben is ugyanolyan folyamatok zajlanak le, mint például a Youtube-n: az egyes háztartások nemcsak fogyasztói, hanem egyben termelői is lesznek az energiának („prosumer”). És mivel a napfény, a légmozgás ingyen van, az energia nulla határköltésűgel termelődik. A termelés nulla közeli határköltésűt az online megszerveződő logisztikai forradalomtól, és a 3D nyomtatás felütésétől várja Rifkin.

Rifkin elképzelése szerint a jövő társadalmában egyfajta együttműködő gazdaság jön létre, ahol az emberek egymással valamifajta szövetkezeti rendszerben együttműködve állítanak elő közjavakat („collaborative commons”). A közgazdaságtan szerint az minősül közjóságnak, aminek a határkölsége nulla, és az egyéneket nehéz kizárni az igénybevételéből (Stiglitz 2000, 92). Ilyen értelemben a digitális javak zöme közjóságnak minősülhet, és a klasszikus közgazdasági felfogás szerint az ilyen javak esetében a piac kudarcot vall, ugyanis nem, vagy csak elégtelen mennyiségben kínálja őket. Azért van tehát szükség egy új típusú gazdasági rendszer létrehozására, hogy az ilyen piaci kudarcokat kezelni lehessen. Rifkin több európai kormányfő tanácsadója (például a német kancelláré, és tudjuk, hogy Németországban haladt a leginkább előre a háztartások zöld energiatermelésbe való bekapcsolása), egyben az Unió stratégiaalkotására is hatással van. Nem véletlen, hogy több Uniós anyagban is megjelenik az együttműködő gazdaság ideája.

## **Összefoglalás**

A számítástechnika fejlődését jellemző Moore-törvény egy olyan általános célú technológiát hozott létre, aminek az exponenciális, a digitális és a kombinációs jelleg a fő sajátossága. Ezek a sajátosságok remek lehetőséget adnak az innovációk gyors bevezetésére, ami rendkívüli bőséget szül a digitális javak piacán, hozzájárulva ezzel a jólét növekedéséhez. Az innováció viszont a győztes mindent visz típusú piacokat szül, és nulla közelébe viszi a határkölséget, amiből jó és fenyegető dolgok is levezethetők. Amennyiben az árak is igazodnak a határkölséghez, sok értékhez ingyen, vagy majdnem ingyen juthatnak hozzá a fogyasztók. Viszont a nulla határkölség azt jelentheti, hogy nagyon sokan elveszítik a munkájukat, a győztes minden visz piacok pedig oda vezetnek, hogy nagyon kevés emberhez jut a megtermelődő nyereség zöme. E két veszély együttesen hatványfüggvény szerinti jövedelem eloszláshoz vezethet, ahol megszűnik a középosztály, és nagyon sok alacsony, valamint kevés nagyon magas jövedelmű háztartás alkotja a társadalmat. Az írás végén röviden ismertettem Jeremy Rifkin elképzeléseit az együttműködő gazdaságról, ami egy olyan pozitív utópia, ami a kapitalista rendszeren túlmutató megoldást vázol fel a nulla közeli határkölség kiváltotta problémákra.

## **Irodalomjegyzék**

- Alcorn, P. (2016): Intel Xeon E5-2600 v4 Broadwell-EP Review. <http://www.tomshardware.com/reviews/intel-xeon-e5-2600-v4-broadwell-ep,4514-2.html>, letöltve: 2016. április 7.
- Brynjolfsson, E. – McAfee, A. (2014): *The Second Machine Age: Work Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies*. W. W. Norton & Company, New York.
- Chen, Y, Jeon, G. Y. & Kim, Y-M. (2010): A Day without a Search Engine: An Experimental Study of Online and Offline Search. [http://yanchen.people.si.umich.edu/papers/VOS\\_20101115.pdf](http://yanchen.people.si.umich.edu/papers/VOS_20101115.pdf), letöltve: 2016. április 7.
- Fuller, S. H. – Millett, L. I. (2011): Computing Performance: Game Over or Next Level? *Computer*, (XLIV) 1. pp 31-38.
- Ganz, J. – Reinsel, D. (2012): The Digital Universe in 2020: Big Data, Bigger Digital Shadows, and Biggest Growth in the Far East. *IDC IVIEW*, <http://www.emc.com/collateral/analyst-reports/idc-the-digital-universe-in-2020.pdf>
- Gordon, R. J. (2012): Is U.S. Economic Growth Over? Faltering Innovation Confronts the Six Headwinds. *NBER Working Paper* No. 18315, <http://www.nber.org/papers/w18315>
- KSH STADAT (2016): Táblák (STADAT) - Hosszú idősorok. [https://www.ksh.hu/stadat\\_hosszu](https://www.ksh.hu/stadat_hosszu)
- Moore, G. E. (1965): Cramming more components onto integrated circuits. *Electronics*, (XXXVIII) 8. pp 114-117.
- Rifkin, J. (2014): *The zero marginal cost society*. St. Martin's Press, London.



Shapiro, C. – Varian, H. A. (1999): *Information rules – A strategic guide to the network economy*. Harvard Business School Press, Boston.

Stiglitz, J. E. (2000): *A kormányzati szektor gazdaságtana*. KJK-Kerszöv, Budapest.

Stiglitz, J. E., Sen, A. & Fitoussi, J-P. (2009): *Report by the Commission on the Measurement of Economic Performance and Social Progress*. <http://www.stiglitz-sen-fitoussi.fr>

The Economist (2016): The future of computing. *The Economist*, (418) 8980, március 12-18.

US Bureau of Labor Statistics (2015): Fastest declining occupations. [http://www.bls.gov/emp/ep\\_table\\_105.htm](http://www.bls.gov/emp/ep_table_105.htm)

US Census Bureau: Historical Income Tables: Households. <https://www.census.gov/hhes/www/income/data/historical/household/>